ÜBER DIE

VERTEILUNG DES GERBSTOFFES

IN

OFFIZINELLEN BLÄTTERN, KRÄUTERN UND BLÜTEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

VERFASST UND DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

KGL. BAYER. JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

VORGELEGT AM 20. FEBRUAR 1903

VON

GUSTAV ELLRODT

AUS SCHWEINFURT.

WÜRZBURG.

KGL. UNIVERSITÄTS-DRUCKEREI VON H. STÜRTZ.

1903.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549820_0101

MEINEN

TEUREN ELTERN

IN LIEBE UND DANKBARKEIT

GEWIDMET.

Die mikroskopische Struktur der Drogen hat bekanntlich seit den grundlegenden Arbeiten von Berg, Schleiden und Wigand eine reiche Literatur aufzuweisen, ja sie hat in den neuesten Arbeiten über die mikroskopische Untersuchung von Drogenpulvern eine fast erschöpfende Darstellung gefunden. Alle diese Arbeiten haben aber mehr oder weniger diagnostische Tendenz und behandeln die Inhalte der Zellen, wenn sie nicht gerade Dinge von besonderer diagnostischer Bedeutung sind, mehr nebensächlich. Insbesondere ist auch auf die wirksamen Bestandteile und ihre Verteilung zur Zeit noch weniger Rücksicht genommen, wenn auch manche interessante Einzelheiten, wie z. B. über den Sitz der Chinaalkaloide, über den Sitz des Baldrianöles u. s. w. u. s. w. zu Tage gebracht wurden.

Durch Herrn Prof. Dr. Kraus wurde ich darauf hingewiesen, dass unter anderem über die Verteilung des „Gerbstoffes“ bei den Drogen noch spezielle Untersuchungen fehlen. Wohl enthalten die pharmazeutischen Werke, z. B. Bergs Pharmakognosie allgemeine Angaben über das Vorkommen von Gerbstoff, meist nach den älteren chemischen Analysen, aber bei keiner einzigen Droge ist über die Verteilung dieser botanisch und medizinisch bedeutsamen Bestandteile in den einzelnen Geweben bis jetzt spezielle Untersuchung angestellt worden.

Unter Anleitung von Herrn Prof. Dr. Kraus habe ich es im hiesigen botanischen Institut unternommen, ein diesbezügliches mir gestelltes Thema: die offizinellen Blätter, Kräuter und Blüten zu untersuchen.

Für die mir von seiten meines hochverehrten Lehrers Herrn Prof. Dr. Kraus bei der Ausführung der vorliegenden Arbeit erteilten Ratschläge und für das mir stets in so reichem Masse bezeugte Wohlwollen, sei es mir gestattet an dieser Stelle meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Zusammenstellung der hauptsächlichsten Literatur.

1. Methode:

a) Sanio: Einige Bemerkungen über den Gerbstoff und seine Verbreitung bei Holzpflanzen. (Bot. Ztg. 1863, S. 17.)

b) Kutscher: Über die Verwendung der Gerbsäure im Stoffwechsel der Pflanze. (Flora 66, Jahrg. 1883, S. 33, 49, 65.)

c) Gregor Kraus: Grundlinien zu einer Physiologie des Gerbstoffes. (Leipzig 1889.)

2. Arbeiten über Verteilung nach der Bichromatmethode:

a) Sanio: a. a. O.

b) Petzold: Über die Verteilung des Gerbstoffes in den Zweigen und Blättern unserer Holzgewächse. (Diss. Halle 1876.)

c) Kutscher: a. a. O.

d) Karl Wilke: Über die anatomischen Beziehungen des Gerbstoffes zu den Sekretbehältern der Pflanzen. Diss. Halle 1883.

e) Ed. Wagner: Über das Vorkommen und die Verteilung des Gerbstoffes bei den Crassulaceen. (Diss. Göttingen 1887.)

f) Ernst Schulz: Über Reservestoffe in immergrünen Blättern unter besonderer Berücksichtigung des Gerbstoffes. (Flora 1888.)

g) Traugott Müller: Über den Einfluss des Ringelschnittes auf das Dickenwachstum und die Stoffverteilung. (Diss. Halle 1888.)

h) Gregor Kraus: Grundlinien. Vgl. oben.

3. Allgemeine pharmakognostische Literatur:

a) O. Berg: Pharmaceutische Warenkunde, 1. Teil, 1863, für Angaben über Gerbstoffgehalt.

b) Dr. A. E. Vogl: Anatomischer Atlas zur Pharmakognosie 1887.

c) Dr. A. Tschirch und Dr. O. Oesterle: Anatomischer Atlas der Pharmakognosie und Nahrungsmittelkunde 1900.

d) Dr. Arthur Meyer: Wissenschaftliche Drogenkunde 1891. — Teil II, 1902, für anatomische Struktur.

e) Dr. George Karsten: Lehrbuch der Pharmakognosie des Pflanzenreiches 1903.

Methode.

Von den zahlreichen Methoden zur Sichtbarmachung des „Gerbstoffes“ in den pflanzlichen Geweben wurde die Reaktion mit Eisensalzlösung von vornherein ausgeschlossen, da, wie bereits Sanio (a. a. O. S. 17) dargetan hat, der schwarzblaue oder schwarzgrüne Niederschlag wohl die Gegenwart von Gerbstoff angibt, aber dadurch, dass er sich im Überschusse von Eisensalzlösungen löst, leicht Anlass zu Irrungen geben kann. An denselben Mängeln leidet auch wie Sanio gezeigt die Anwendung des Chlorzinkjods. Bessere Erfolge sind, wie Franchimont (Archives néerlandaises T. VI. 1871 p. 426) gezeigt hat, mit einer Lösung von Kupferacetat zu erzielen, doch steht diese Methode der gleich zu erwähnenden bekannten Sanioschen darin weit nach, dass mit ihr Intensitätsunterschiede nicht erzielt werden können. Immer bleibt die Kaliumbichromatmethode Sanios, die auch von Petzold, Kutscher, Wilke, E. Wagner, E. Schulz und Traugott Müller angewandt worden ist, die bewährteste.

Ich habe dieselbe bei folgenden Untersuchungen allein angewandt.

Bekanntlich hat Kutscher versucht mit dieser Methode zugleich ein quantitatives Verfahren zu verbinden, indem er sich aus den erhaltenen Niederschlägen eine Farbenskala von acht verschiedenen Intensitäten zusammenstellte. Ich hatte ursprünglich den Gedanken, diese Methode noch weiter zu vervollkommnen. Ich versuchte zunächst Hollundermark mit

Gerbstofflösungen von verschiedenem genau bestimmten Prozentgehalt zu tränken und diesen in Kaliumbichromat niederzuschlagen. Wie leicht sichtlich, wäre im Falle des Glückens auf diese Weise eine wirkliche Prozentskala aus der Farbenskala geworden.

Leider war eine gleichmässige Aufnahme der Lösung in die Zellen nicht zu erzielen, und so musste der Versuch aufgegeben werden. Ich habe mich demnach in folgendem einfach der Sanioschen Methode und der Skala, die Kutscher seiner Abhandlung beigegeben und die ich mit den Präparaten genau verglich, bedient.

Mag immerhin das, was mit Kaliumbichromat angezeigt wird, chemisch oder pharmakologisch verschiedenwertig sein — wir haben zur Zeit in der Mikroskopie kein besseres Mittel uns über Verteilung von „Gerbstoff" zu orientieren. Jedenfalls werden durch die folgenden Untersuchungen die Arzneikräuter in bezug auf Gerbstoffverteilung einmal gleichwertig mit den anderen Gewächsen verglichen und unter gleiche Gesichtspunkte mit ihnen eingereiht.

Verteilung in den Blättern.

Unter den Blättern des Arzneibuches: Folia Althaeae, Belladonnae, Digitalis, Farfarae, Jaborandi, Juglandis, Malvae, Melissae, Menthae piperitae, Nicotianae, Salviae, Stramonii, Trifolii fibrini, Uvae ursi enthalten nach den Angaben von Berg nur Folia Digitalis (S. 304), Farfarae (S. 310), Juglandis (S. 317), Melissae (S. 302), Menthae piperitae (B. S. 300), Salviae (S. 277), Uvae ursi (B. S. 290), Gerbstoff oder auch Gallussäure. Durch Kaliumbichromat konnte derselbe jedoch bei sämtlichen oben angeführten als Inhalt von Zellen, auch

im Alkoholätherauszug auf chemischem Wege, wenn auch teilweise nur in geringer Menge, nachgewiesen werden. Am konzentriertesten findet sich der Gerbstoff in den Hautdrüsen (zuweilen 6—8). Am verbreitesten ist er in den Epidermen, wo er entweder in Ober- und Unterseite gleichviel (Folia Belladonnae, Digitalis, Jaborandi, Nicotianae, Trifolii fibrini, Uvae ursi), oder in der Oberseite mehr als in der Unterseite enthält (Folia Althaeae, Farfarae, Juglandis, Malvae, Melissae, Menthae pip., Salviae, Stramonii). Von diesen letzteren wurde durch $K_2Cr_2O_7$ bei zweien in der unteren Epidermis ein derartig feiner hellgelber Niederschlag hervorgerufen, dass die Reaktion zweifelhaft bleibt (Folia Althaeae, Malvae). Bei einem (Folia Stramonii), kann ich mit Sicherheit das Fehlen von Gerbstoff behaupten.

In der Mittelnervepidermis ist der Gehalt meist etwas grösser als in der Lamina.

Ist in der unteren Epidermis Gerbstoff vorhanden, so findet er sich meistens auch in den Schliesszellen der Spaltöffnungen. Jedoch ist er hier in wesentlich geringerer Menge als in den Epidermiszellen vorhanden oder nur in Form von rotbraunen Kugeln. Unter den Haaren enthalten die Gliederhaare keinen Gerbstoff oder nur geringe Mengen, im Gegensatz zu den oben erwähnten Drüsenhaaren.

Im Mesophyll ist er

1. zuweilen im Palissaden- und Schwammparenchym in gleicher Stärke vorhanden (Folia Digitalis, Farfarae, Salviae, Uvae ursi);
2. den sonst vorkommenden Fall, dass im Palissadenparenchym mehr vorhanden ist, als im Schwammparenchym, habe ich bei offizinellen Blättern nur zweimal (Folia Juglandis, Melissae) gefunden. Dagegen
3. dass er im Palissadenparenchym nur in Spuren vorhanden, im Schwammparenchym aber in grösserer Menge vorhanden ist, bei Folia Menthae piperitae.

4. Völlig frei fand ich das Mesophyll von Folia Althaeae, Belladonnae, Jaborandi, Malvae, Nicotianae, Stramonii, Trifolii fibrini.

Das Collenchym ist meist gerbstoffhaltig mit nach innen abnehmenden Gehalt. Ebenso das Sieb- und Holzparenchym der Gefässbündel und die Strangscheide.

Folia Althaeae.

Abb. Arth. Meyer II. 206; Vogl T. 15.

Lamina: Die oben aus stark wellig gebogenen Zellen bestehende Epidermis enthält Gerbstoff 1—3. Bei der unterseitigen konnte ich einen Gerbstoffgehalt nicht mit Sicherheit feststellen. Die etwas eingesenkten aus mehreren Etagen aufgebauten Drüsenhaare enthalten ihn sowohl in den Stielzellen als auch im Köpfchen (1—3). Die Sternhaare, die am Rande stehenden einzelligen etwas gekrümmten Haare und das Mesophyll sind frei davon.

Mittelnerv: Epidermis und Drüsenhaare wie oben, alles übrige Gewebe ist gerbstofffrei.

Folia Belladonnae.

Vogl Taf. 8.

Lamina: In der ober- und unterseitigen Epidermis, einschliesslich der Schliesszellen Gerbstoff 1—2; desgleichen in den 2—5 zelligen Gliederhaaren (allen Zellen), sowie im Stiel und Kopf der kurz und lang gestielten Drüsenhaare; Mesophyll, Palissadenschicht wie Schwammparenchym, auch die grossen Kristallzellen sind frei von Gerbstoff.

Mittelnerv: Auch hier ist die Epidermis gerbstoffhaltig, nicht reichhaltiger als in der Lamina; das Collenchym dagegen gerbstoffrei. Im Siebparenchym kommen braune Kugeln vor, die übrigen Gefässbündelelemente sind frei.

Folia Digitalis.

Tschirch-Oesterle, Taf. 74.

Lamina: Die obere und untere Epidermis einschliesslich der Schliesszellen enthalten Gerbstoff 1—2. Im Palissaden- und Schwammparenchym wurden Niederschläge hervorgerufen, die teilweise die ganze Zelle ausfüllten, teilweise in Form von Kugeln in dieselben eingebettet lagen. Ebenso enthalten ihn die 2—6zelligen Haare entweder in Form von Kugeln oder aber sind sie ganz frei davon. In den kleinen Drüsenhaaren mit einzelligem Stiele und den Köpfchenhaaren mit zweizelligem Stiele sind die Zellen vollständig mit Gerbstoffniederschlag 1—4 ausgefüllt.

Mittelnerv: In der Epidermis Gerbstoff 1—3. Am konzentriertesten ist er in der Oberseite. Der unter der Epidermis liegende Collenchymstrang enthält solchen von der Intensität 1—2, während die Zellen des Parenchymzylinders nur geringe Spuren zu enthalten scheinen. Der oben und unten dem Gefässbündel anliegende Collenchymstrang ist entweder frei von Gerbstoff oder enthält solchen nur in geringer Menge. Während der die Gefässbündel umgebende Parenchymzylinder frei von solchem ist, enthält ihn das Holz- und Siebparenchym der Gefässbündel in der Stärke 1—2. Die Gefässbündelscheide der Seitennerven enthält etwas weniger.

Folia Jaborandi.

Abb. Arth. Meyer, S. 229.

Lamina: Die obere und untere Epidermis enthalten Gerbstoff 1—2. Die eine Lage Palissadenzellen und das Armparenchym sind frei davon. Auch die Ölbehälter und ihre Umgebung.

Mittelnerv: Die Epidermis verhält sich wie oben angegeben. Die Parenchymstreifen zwischen den einzelnen Bündeln und das zentrale Markparenchym sind frei von Gerbstoff. Im

Gefäss und Siebteil enthalten wie es scheint die parenchymatischen Zellen minimale Mengen. Ebenso die Gefässbündelscheide. Die primären Seitennerven verhalten sich ganz ähnlich.

Folia Juglandis.

Abb. Arth. Meyer, S. 226; Karsten, S. 128.

Lamina: Die obere Epidermis ist gerbstoffreicher, sie enthält Gerbstoff 2—4, die untere nur 1—2. Von den zwei Lagen Palissadenzellen scheint nur die äussere Reihe Spuren zu enthalten, die innere ist frei davon. Ebenso ist das Schwammparenchym frei. Die peitschenschnurartigen Haare sind frei. Von der Palissadenschicht enthält nur die nach aussen liegende Reihe Zellen Gerbstoff 1—5, wie bereits Arthur Meyer II, 218 angibt. Die nach innen liegende Schicht gestreckter, ferner die Reihe kürzerer und quergestreckter Parenchymzellen sind frei von Gerbstoff. Die auf diese sich aufsetzenden, aus isodiametrischen Mesophyllzellen gebauten Wände enthalten ihn von der Stärke 1—5.

Mittelnerv: Auch hier zeichnet sich die oberseitige Epidermis durch grösseren Gerbstoffgehalt vor der unterseitigen aus. Erstere enthält 3—5, letztere 1—4. Die unter der Epidermis liegende dreireihige Collenchymleiste 1—3 in geringer Menge 1—3. Sieb- und Gefässteil enthalten nur in den parenchymatischen Zellen Gerbstoff und zwar von der Intensität 1—5. In den primären Seitennerven liegen dieselben Verhältnisse vor, wie im Mittelnerv.

Folia Farfarae.

Abb. Arth. Meyer, S. 217.

Lamina: Der Gerbstoffgehalt ist in Ober- und Unterseite der Epidermis verschieden gross. Während die Oberseite solchen bis zur Stärke 5 enthält, konnte er in der Unterseite nur von der Intensität 1—2 nachgewiesen werden. Die Schliesszellen

enthalten den Niederschlag nur in Kugelform. Die Drüsenschuppen enthalten Gerbstoff 1—3. Die kurzen dicken und die schlanken Drüsenhaare solchen 4—6.

Mittelnerv: Die Epidermis des Mittelnerves ist noch reicher als die Epidermis der Lamina, sie enthält Gerbstoff 3—7. Die Collenchymschicht solchen von der Intensität 6—7. Das Parenchym enthält einzelne grosse Zellen mit Gerbstoff 2—7. Die Sklerenchymfasernscheide ist frei davon, dagegen enthalten die Parenchymzellen des Siebteiles und die Markstrahlen des Gefässteiles solchen von der Intensität 4—7. Die Zellen des Markparenchymes sind entweder frei, oder zeigen Spuren von Reaktion.

Folia Malvae.

Tschirch-Oesterle T. 71.

Lamina: Die Epidermis der Oberseite enthält Gerbstoff 2—3, die der Unterseite ist teils frei, teils reagiert sie zweifelhaft. Palissaden- und Schwammparenchym sind frei davon, ebenso die grossen Sternhaare und die einzelligen Haare. Die eingesenkten Drüsenhaare enthalten eben soviel, wie die obere Epidermis.

Mittelnerv: Über und unter dem Mittelnerv ist die Epidermis zum Teil etwas reicher an Gerbstoff, als in der Lamina. Die obere enthält 2—4, die untere dagegen nur geringere Mengen, die höchstens die Intensität 1—2 erreichen. Der sowohl unter der unteren als auch unter der oberen Epidermis liegende Collenchymstrang, das parenchymatische Gewebe, die Schleimzellen, die kleine spitze Collenchymleiste der Nervoberseite, das Siebteil und Gefässteil sind vollständig frei von Gerbstoff.

Folia Melissae.

Abb. Arth. Meyer, S. 214.

Lamina: Auch hier ist die Epidermis der Oberseite um ein geringes gerbstoffreicher als die der Unterseite. Erstere

enthält 4—6, letztere 3—6. Die einzelligen kegelförmigen Haare und die 3—5 zelligen Borstenhaare enthalten solchen von der Intensität 1. Die Drüsenschuppen 3—4. Ebenso die Stiele und Köpfchen der kurz- und langgestielten Drüsenhaare. Palissadengewebe enthält Gerbstoff 1—3, der entweder die Zellen ausfüllt, oder in Form von Kugeln vorhanden ist. Ebenso verhält sich das Schwammparenchym.

Mittelnerv: Die Epidermis enthält etwas mehr Gerbstoff als die der Lamina. Von dem unter der oberen Epidermis liegendem Collenchymstrang scheint nur die nach aussen gerichtete Zellreihe minimale Spuren zu enthalten. Ebenso der äussere und innere Collenchymbelag des Gefässbündels. Die Markstrahlen des Holzes und die Parenchymzellen des Siebteiles enthalten Gerbstoff 1—3. Die übrigen Gewebe sind frei davon.

Folia Menthae piperitae.

Tschirch-Oesterle, Tafel 19.

Lamina: Die obere Epidermis enthält Gerbstoff 2—5, die untere 1—4. Die 6—8 zelligen Borstenhaare und die gebogenen Haare enthalten minimale Mengen, während dagegen die Drüsenschuppen und die gekrümmten Haare mit angeschwollener Spitze solchen von der Intensität 3—6 enthalten. Das Palissadenparenchym scheint minimale Mengen Gerbstoff zu enthalten, das Schwammparenchym dagegen solchen von der Intensität 1—5.

Mittelnerv: Die obere und untere Epidermis enthält Gerbstoff 1—5. Die darunter liegenden Collenchymstränge nur geringe Menge, die höchstens die Intensität 1 erreicht. Das die Gefässbündel umgebende parenchymatische Gewebe ist frei. Die Gefässbündelscheide enthält Gerbstoff 1. Die Parenchymzellen des Sieb- und Gefässteiles solchen 1—3. Gefässe und Siebröhren sind frei.

Folia Nicotianae.

Abb. Arth. Meyer, S. 196.

Lamina: Sowohl die obere als auch die untere Epidermis enthalten Gerbstoff 1—3; ebenso die 2—10zelligen Gliederhaare, die langgestielten mehrzelligen Köpfchenhaare und die Drüsenhaare mit einzelligem Stiele. Palissaden- und Schwammparenchym sind frei von Gerbstoff.

Mittelnerv: Obere und untere Epidermis enthalten ebenso wie die der Lamina Gerbstoff von gleicher Intensität, und zwar 1—4. Collenchym und Siebteil sind frei davon. Im Gefässteil enthalten die Markstrahlen geringe Mengen, die kaum die Intensität 1 erreichen.

Folia Salviae.

Vogl, Taf. 14.

Lamina: In der oberseitigen Epidermis findet sich in den Wellentälern Gerbstoff 1—2, in den Wellenbergen 2—4; in der unterseitigen in den Wellenbergen 1—2, in den Wellenthälern scheinbar nur Spuren. Die einzelligen und die 2—5zelligen Haare sind frei von Gerbstoff; der Stiel der Drüsenhaare enthält 1—2, die Köpfchen 1—4. Die grossen Drüsen enthalten Gerbstoff 8. Palissaden- und Schwammparenchym scheinen Spuren zu enthalten.

Mittelnerv: Die Epidermis ist ebenso gerbstoffhaltig wie die der Lamina. Ebenso der Collenchymstrang unter der Epidermis. Der äussere und innere Belag des Leitbündels von collenchymatischen Faserzellen enthält Gerbstoff 1. Desgleichen die Markstrahlen im Gefässteil und die Parenchymzellen im Siebteil.

Folia Stramonii.

Abb. Arth. Meyer, S. 199.

Lamina: Die oberseitige Epidermis enthält Gerbstoff 1—4; und zwar erfüllt die Zellen ein Niederschlag von der Inten-

sität 1—2, in welchen Kugeln von der Stärke 2—4 eingebettet sind. Die Schliesszellen enthalten den Gerbstoff nur in Form von Kugeln. Die kurzgestielten Drüsenhaare enthalten einen die ganze Zelle ausfüllenden Niederschlag von der Intensität 2—4, die 2—5 zelligen Spitzenhaare sind frei.

Mittelnerv: Die obere Epidermis verhält sich wie die der Lamina. Die untere, Collenchym, Parenchymzylinder, Gefäss- und Siebteil sind frei.

Folia Trifolii fibrini.

Vogl, Taf. 7.

Lamina: Ober- und unterseitige Epidermis enthalten Gerbstoff 1—3, Palissaden- und Schwammparenchym sind frei.

Mittelnerv: Epidermis wie die der Lamina. Die das Gefässbündel umgebende Endodermis und das zwischen Tracheen- und Sklerenchymstrang liegende parenchymatische Gewebe enthalten vielleicht minimale Mengen Gerbstoff. Die übrigen Gewebeteile sind frei.

Folia Uvae ursi.

Vogl, Taf. 6, Blattanatomie A. Meyer II, 221.

Diese Blätter enthalten neben Gerbstoff noch als wesentlichen Bestandteil Gallussäure. Da wie ich mich überzeugen konnte Gerbsäure und Gallussäure mit Kaliumdichromat dieselbe Reaktion geben, so beziehen sich die unten angeführten Resultate auf Gerbsäure und Gallussäure.

Lamina: Obere und untere Epidermis sind gleichstark mit Gerbstoff versehen und zwar von der Intensität 1—4. Im Mesophyll enthalten die zwei nach aussen liegenden Reihen des Palissadenparenchyms einen Niederschlag von der Intensität 6. Die nach innen liegende etwas weniger. Das Schwammparenchym ist teils frei, teils enthält es solchen von der Stärke 6.

Mittelnerv: Epidermis wie bei der Lamina. Die über und unter dem Gefässbündel liegende Leiste getüpfelter Parenchymzellen enthält mit nach aussen zunehmender Stärke Gerbstoff, der zwischen 3—7 schwankt. Markstrahlen des Gefässteiles und Parenchym des Siebteiles enthalten geringere Mengen 1—5.

Verteilung in den Kräutern.

Von den hier untersuchten Kräutern enthalten nach Berg und Karsten nur Herba Absinthii (B. S. 254), Herba Meliloti (Karsten S. 264) und Herba Serpylli (B. S. 273) Gerbstoff. Mit meiner Gerbstoffreaktion konnte ich ihn jedoch auch in H. Cardui benedicti, Centaurii, Cochleariae, Hyoscyami, Lobeliae und Thymi deutlich nachweisen. Nur in H. Conii scheint gar kein Gerbstoff vorhanden zu sein. Bei diesen Kräutern liegen die Verhältnisse in bezug auf die Blätter ebenso, wie in der Abteilung 1. Im übrigen pflegen die Epidermis des Stengels, Laubblattes und des Blütenstieles Gerbstoff von nahèzu gleicher Stärke zu enthalten. (Herba Absinthii, Cardui benedicti, Cochleariae, Serpylli, Thymi, Violarum tricolorum. Bei H. Meliloti fand ich die Epidermis des Stengels frei, Blatt- und Blütenstielepidermis gerbstoffhaltig. Bei H. Lobeliae konnte in Stengel-, Blatt- und Blütenstielepidermis kein Gerbstoff nachgewiesen werden. Herba Hyoscyami enthalten in der Blattepidermis grössere Mengen als in der Stengel- und Blütenstielepidermis. Die Blütenteile enthalten den Gerbstoff meist nur in den verschiedenen Epidermen und hier in geringerer Menge als er in den Epidermen der vegetativen Sprossteile vorhanden ist. Eine merkwürdige Ausnahme hiervon machen die Antheren von H. Lobeliae, Kelch, Griffel und Fruchtknoten von H. Centaurii und die

Samenanlagen von H. Violarum tricolorum, wo der Gerbstoffgehalt grösser ist als in den übrigen Epidermen.

Bei den Trichomen und Schliesszellen der Spaltöffnungen liegen dieselben Verhältnisse vor, wie in der 1. Abteilung.

Enthalten die Epidermen in grösserer Menge Gerbstoff, so ist solcher auch meistens im Collenchym und im Holz- und Siebparenchym der Gefässbündel in geringerer Menge vorhanden. Bei H. Lobeliae ist es umgekehrt; hier enthält Siebparenchym des Stengels und Mittelnerves ziemliche Quantitäten, während Blatt- und Stengelepidermis frei sind. Das Mesophyll der Laub-, Kelch- und Blütenblätter ist mit einigen Ausnahmen frei. Ebenso das parenchymatische Grundgewebe der Stengel und der Fruchtknoten. In den Blüten haben gewöhnlich die Epidermen der Samenanlagen den grössten Gerbstoffgehalt.

Herba Absinthii.

Die Epidermis des Stengels enthält Gerbstoff 4—7. Bei den Trichomen ist die Reaktion zweifelhaft. Der unter der Epidermis liegende Collenchymstrang, der besonders dick an den Kanten des Stengels ist, enthält ihn mit nach innen abnehmender Menge bis zur Intensität 2. Die innersten Reihen sind ganz frei davon, ebenso die ober- und unterhalb der Gefässbündel liegenden Sklerenchymstränge und die zentralen Markparenchymzellen. Holz- und Siebparenchym enthalten Gerbstoff von der Intensität 1—2. Auch die Epidermis des Laubblattes (Vogl, Tafel 3) ist mit Gerbstoff versehen, der an der Ober- und Unterseite des Mittelnerves stärker als der der Epidermis der Lamina ist. Mittelnerv 4—7, Lamina 1—4. Das unter der Epidermis des Mittelnerves liegende Collenchym, das Holz- und Siebparenchym haben denselben Gehalt wie die Epidermis der Lamina. Das Palissadenparenchym der Lamina scheint geringe Mengen zu enthalten, das Schwammparenchym ist ganz frei davon. Der Blütenstiel verhält sich

wie der Stengel. Die bei Vogl, Taf. 3 angegebenen Hautdrüsen enthalten dieselbe Menge wie die Epidermis. Die T förmigen Haare sind frei. Die Epidermis sämtlicher Blütenteile enthält Gerbstoff 1—5, die übrigen Gewebe sind frei davon.

Herba Cardui benedicti.

Enthält sehr wenig Gerbstoff. Nur in der Epidermis des Stengels und der ober- und unterseitigen Epidermis der Lamina und des Mittelnerves konnte er mit Sicherheit nachgewiesen werden. Diese Epidermen enthalten ihn in der Intensität 1—2. In den Blütenteilen konnte in der Epidermis der Blütenblätter, des Kelches, Fruchtknotens und Griffels durch Kaliumdichromat nur eine diffuse Gelbfärbung hervorgerufen werden, die jedoch als Gerbstoffreaktion zweifelhaft blieb. Die Deckblätter konnte ich mit Sicherheit als gerbstofffrei nachweisen.

Herba Centaurii.

Dieses Kraut gehört wie das vorhergehende zu den wenig Gerbstoff enthaltenden, jedoch konnte ich darin etwas mehr als in Herba Cardui nachweisen. Während beim Stengel, Blattstiel und Laubblatt die Reaktion zweifelhaft blieb, wurde in den Blütenteilen derselbe in grösserer Menge nachgewiesen. Die Epidermis des Blütenblattes enthält Niederschlag von der Intensität 1. Wesentlich mehr enthält das Kelchblatt in der äusseren Epidermis. In den Wellentälern 2—5, in den Wellenbergen 1. Die Fruchtknotenepidermis, die Epidermis und das Grundgewebe der Narbe und des Griffels 2—4. Anthere, Staubfaden und Deckblätter sind frei.

Herba Cochleariae.

Enthält nur geringe Mengen Gerbstoff, jedoch ist derselbe über fast alle Epidermen verbreitet. Die Epidermis des

Stengels, des Blütenstieles, des Mittelnerves und der Lamina des Laubblattes enthalten Gerbstoff 1—3. Von den Blütenteilen enthält die Epidermis des Blütenblattes 1—2, die des Griffels 1—4. Die des Kelches, des Filamentes der Anthere und des Fruchtknotens scheinen Spuren zu enthalten. Die übrigen Gewebe sind frei.

Herba Hyoscyami.

Der Stengel enthält nur in der Epidermis und in den Stielen und Köpfchen der Drüsenhaare Gerbstoff. Die Epidermis und Stiele der Drüsenhaare 1—2, der Köpfchen 2—4. Ebenso verhält sich der Blütenstiel. Etwas mehr enthält die Blattlamina (Tschirch-Oesterle, S. 39, Fig. 2 u. 3), die sowohl oben wie unten Gerbstoff 2—4 enthält. In den Schliesszellen ist er nur in Kugelform vorhanden. Epidermis des Mittelnerves (a. a. O. Fig. 6) und obere Epidermis des Kelchblattes, wie die der Blattlamina. Die untere Epidermis des Kelchblattes, die beiden Epidermen des Blütenblattes und die Stiele der Köpfchenhaare sind frei, die Köpfchen enthalten Gerbstoff 3—6. Von den Geschlechtsorganen der Blüte scheint die Anthere geringe Mengen zu enthalten. Der Griffel ist frei. Im Fruchtknoten findet er sich sowohl in der äusseren und inneren Epidermis der Fruchtknotenwand, als auch in der Epidermis der Samenanlagen in Kugelform.

Herba Lobeliae.

Diese Pflanze gehört zu den gerbstoffarmen. Stengel und Blütenstiel enthalten nur in einzelnen parenchymatischen Zellen des Siebteiles Gerbstoff und zwar im Stengel von der Intensität 5—7, im Blütenstiel 1—3. In der Epidermis des Blattes konnten nicht mit Sicherheit Spuren nachgewiesen werden. Im Mittelnerv und in den sekundären Seitennerven findet sich der Gerbstoff wie im Stengel nur in einzelnen im

Siebteil liegenden Zellen, welche eine bogenförmige Kette bilden (4—7). Blütenblatt, Kelchblatt und Fruchtknoten scheinen in der Epidermis Spuren zu enthalten. Griffel mit Narbe und dem bei Karsten S. 273 angegebenen Haarkranz und Staubfaden sind frei. Die Epidermis der Anthere enthält solchen von der Intensität 4—6.

Herba Meliloti.

Die Epidermis, das Grund- und das Gefässbündelgewebe des Stengels sind frei von Gerbstoff. Ebenso die Stielzellen der Drüsenhaare und die bei Karsten S. 265 angegebenen knotig angeschwollenen Härchen. Die mehrzelligen Köpfchen der Drüsenhaare dagegen enthalten Gerbstoff 1—3. Von der nämlichen Intensität enthalten ihn die Epidermis der Blütenstandsachse und der Blütenstielchen. In etwas grösserer Menge (1—4) enthält ihn die obere Epidermis der Blattlamina, während das Mesophyll und die untere Epidermis ganz frei sind.

Von den Blütenteilen enthält nur der Kelch in der äusseren Epidermis Gerbstoff 1—2. Das übrige Gewebe des Kelches, die Blumenkrone, Griffel, Antheren und Staubfäden sind frei. Im Fruchtknoten konnte ein Gerbstoffgehalt nicht mit Sicherheit festgestellt werden.

Herba Serpylli

gehört zu den gerbstoffreicheren Pflanzen. Im Stengel enthalten die Epidermis und Drüsenhaare Gerbstoff 2—6. Die Gliederhaare sind frei oder scheinen minimale Mengen zu enthalten. Auf die Epidermis folgt eine mehrreihige Collenchymschicht, welche mit nach innen abnehmender Stärke Gerbstoff enthält, der jedoch die Intensität 1 nicht übersteigt. Die dem Gefässbündel nach aussen und innen anliegenden schwachverdickten Parenchymzellen enthalten Gerbstoff in derselben Menge, wie die Epidermis. Die Gefässe und Sieb-

röhren sind frei. Das Laubblatt enthält Gerbstoff in Epidermis und Mesophyll und zwar 2—6. Die Epidermis ober und unter dem Mittelnerv enthält etwas weniger 1—5. Ebenso Collenchym und Parenchym. Bei den Trichomen des Blattes herrschen dieselben Verhältnisse wie bei denen des Stengels. Die Stielzelle der Drüsenschuppen enthält 6—8, die Schuppen selbst 1—5. Blütenstiel wie Stengel. Die Blütenteile enthalten weniger Gerbstoff als die vegetativen Teile. Das Blütenblatt enthält ihn nur in den beiden Epidermen und in der Gefässbündelscheide und zwar von der Intensität 1. Kelchblatt wie Laubblatt. Griffel und Fruchtknoten enthalten in der Epidermis und im Parenchym 1—5. Staubfaden in der Epidermis 1—3. Anthere 5—6.

Herba Thymi.

Im Stengel enthält die Epidermis und der darunter liegende Collenchymbelag Gerbstoff 1—5. In den Trichomen und im Holzparenchym konnte nicht mit Sicherheit Gerbstoff nachgewiesen werden. Im Siebparenchym erreicht er die Intensität 1. Im Laubblatt enthält die beiderseitige Epidermis Gerbstoff 1—5. Die bei Karsten, S. 272 als Merkmal des Drogenpulvers angeführten ein- oder mehrzelligen zugespitzten Haare sind frei; die Drüsenzellen enthalten solchen 3—7. Mesophyll der Lamina und Holz- und Siebparenchym des Mittelnerves lassen die Reaktion zweifelhaft erscheinen. Blütenstiel wie Stengel. Von den Blütenteilen enthalten Kelch in Epidermis und Mesophyll, Blumenblatt in Epidermis und Leitbündelscheide und Staubfaden in der Epidermis Gerbstoff 1—2. Die Epidermis des Griffels und der Anthere, sowie die Epidermis und das Parenchym des Fruchtknotens enthalten Gerbstoff 1—3.

Herba Violae tricoloris.

Die Epidermis des Stengels enthält Gerbstoff 1—3. Ebenso die obere Epidermis des Laubblattes. Die untere und die

Trichome enthalten etwas geringere Mengen. Blütenstiel wie Stengel. In den Blütenteilen konnte im Kelchblatt und in der unteren Epidermis des Blütenblattes Gerbstoff nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Die obere Epidermis des Blütenblattes, welche nach Karsten S. 267 aus pyramidalen mit Kutikularstreifen versehenen Hütchen besteht, enthält solchen von der Intensität 1—2. Die Epidermis des Fruchtknotens scheint Spuren zu enthalten, die der Samenanlagen enthält 1—5. Die Epidermis des Griffels und der Narbe 1—3; die bei Karsten S. 267 angegebenen Schlauchhaare am Griffel und an den Fruchtblättern sind frei. Ebenso die Anthere.

Verteilung in den Blüten.

Von den Blüten Flores Arnicae, Chamomillae, Lavandulae, Malvae, Rosae, Sambuci, Tiliae, Verbasci ist von Berg nur bei Flores Arnicae (a. a. O. S. 334), Chamomillae (a. a. O. S. 336) Malvae (a. a. O. S. 344) Rosae (a. a. O. S. 352) Sambuci (a. a. O. S. 327) und Tiliae (a. a. O. S. 326) Gerbstoff angegeben. Nach meiner Methode konnte ich ihn jedoch auch hier in allen untersuchten Blüten finden. Er findet sich wie in der vorhergehenden Abteilung fast in allen Epidermen. Ebenso im Holz- und Siebparenchym der Gefässbündel nur dann, wenn er in den Epidermiszellen in grösserer Menge vorhanden und dann jedoch immer in geringerer Menge als in dieser. Eine Ausnahme macht das Kelchblatt der Flores Rosae, wo das Holz- und Siebparenchym ihn in weit grösserer Stärke besitzt als die Epidermis. Mesophyll der Kelch- und Blütenblätter und parenchymatisches Gewebe des Fruchtknotens enthalten ihn nur selten.

Flores Arnicae.

Blütenanatomie bei A. Meyer, S. 297.

Die Epidermis des Blütenstieles (Inflorescenzachse) enthält Gerbstoff 6—7. Die Drüsenhaare 1—3, die Köpfchenhaare 2—5. Das unter der Epidermis liegende Collenchym, das Holz- und Siebparenchym enthalten ihn in weit geringerer Menge (kaum 1). Die Blätter des Hüllkelches haben in der Epidermis etwas weniger Gerbstoff als der Blütenstiel, dagegen haben Haare, Holz- und Siebparenchym die nämlichen Mengen wie dort. In den vielzelligen Köpfchenhaaren ist sowohl der Stiel als auch das Köpfchen mit Gerbstoff erfüllt. Die Epidermis der Corolla ist frei davon, dagegen enthalten die Drüsenhaare und die Gefässbündelscheide solchen (1). Sehr wenig Gerbstoff enthalten die Epidermis, die Drüsen- und die Zwillingshaare des Fruchtknotens. Hier erreicht er nur die Intensität 1—2. Ebenso in der Epidermis der Samenanlage, des Griffels und der Anthere. Etwas mehr enthält der Pappus, wo sämtliche Zellen mit Niederschlag von der Intensität 2 erfüllt sind.

Flores Chamomillae.

Blütenanatomie bei A. Meyer, S. 303.

Die Epidermis des Blütenstandträgers enthält geringe Mengen Gerbstoff (1). Ebenso die Sieb- und Holzparenchymzellen der Gefässbündel. Alles übrige Gewebe des Stieles ist gerbstofffrei. In der Epidermis und in den Gefässbündeln des Blütenbodens liegen die Verhältnisse genau wie im Stengel. Die die Sekretgänge umgebenden parenchymatischen Zellen enthalten Gerbstoff 1—2. Etwas mehr als die eben genannten Epidermen enthält die äussere Epidermis der Hüllblätter (1—2). Die innere Epidermis ist frei. Auch hier enthalten die den Sekretgang umgebenden Parenchymzellen Gerbstoff in geringer Menge. Die Fruchtknotenwand scheint in der Epidermis und in den Drüsen geringe Mengen zu enthalten. Die die Kanten bildenden plattenförmigen Epidermiszellen sind frei. Ebenso

das Parenchym; die Strangscheide dagegen enthält Gerbstoff 1. In weit stärkerem Masse als die oben genannten Epidermen, enthält die der Samenanlagen Gerbstoff (4—6). Der Griffel, die Anthere und die Blütenblätter sind vollständig frei davon.

Flores Lavandulae.

Blütenanatomie bei A. Meyer, S. 321.

Die Epidermis des Blütenstieles und die verzweigten Haare enthalten geringe Mengen Gerbstoff, die die Intensität 1 erreichen. In etwas stärkerem Masse, die darunterliegenden Rindenparenchymzellen und die Köpfchen und Stiele der Köpfchenhaare (1—4). Das Holz- und Siebparenchym scheint geringe Spuren zu enthalten, die übrigen Gewebeteile sind frei. In weit grösserer Menge findet sich Gerbstoff in Kelch und Blumenkrone. Die äussere Epidermis des Kelches und der Blumenkrone enthalten Gerbstoff 5—7. Die innere der Blumenkrone solchen von der Intensität 1, die des Kelches ist frei davon. Die Büschelhaare und die Köpfchen und Stiele der Köpfchenhaare enthalten 1—2, die Fuss-, Stiel- und Kopfzellen der grossen Drüsen 3—5. Das Mesophyll des Kelches und der Blumenkrone enthält ihn mit nach innen abnehmender Menge. So besitzen die Zellen der äussersten Schichten Gerbstoff 5—6, die der mittleren 1—3. Die der inneren Epidermis zunächst liegenden sind beim Kelch frei, bei der Blumenkrone enthalten sie 1—2. Die dünnwandige Epidermis der Anthere enthält Gerbstoff 3—5, das Endothecium ist frei. Die des Fruchtknotens, Griffels, das Parenchym des Griffels und des Fruchtknotens gleichen an Gerbstoffgehalt der Epidermis der Anthere. Das collenchymatisch aussehende Führgewebe des Griffels ist frei davon.

Flores Malvae.

Anatomie der Blüte bei A. Meyer II. 315.

Im Blütenstiel enthalten nur die Epidermis und die Stiele und Köpfchen der Köpfchenhaare Gerbstoff 1. In der Epidermis

der Aussenkelchblätter fand ich ihn nur in Form winzig kleiner Tröpfchen. Das Kelchblatt ist vollständig frei, enthält dagegen in grosser Menge Calciumoxalatkristalle. Frei davon sind ebenfalls die einzelligen gebogenen und die Sternhaare. Das Blütenblatt enthält nur in der Epidermis, und da nur in geringer Menge Gerbstoff, dagegen sind die zu einer Röhre verwachsenen Staubfäden, sowie die Antheren und die Fruchtknotenwand frei. Letztere enthält in grosser Menge Calciumoxalatdrusen. Die Epidermis der Samenanlagen enthält Gerbstoff 4—6. Im Griffel finden sich zehn Gefässbündel ringförmig angeordnet, deren Scheiden Gerbstoff 3—4 enthalten. Das leitende Gewebe enthält geringe Mengen in Tropfenform.

Flores Rosae.

Berg, S. 352; Karsten, S. 161.

Im Blütenstiel enthält die Epidermis, die auf die Epidermis folgende Collenchymschicht, die Markstrahlen, das Siebparenchym, die die Gefässbündel umgebende Reihe von Parenchymzellen und einige in dem grosszelligen parenchymatischen Gewebe befindliche kleine Zellen Gerbstoff, dessen Stärke zwischen 1—5 schwankt. Am stärksten ist er in der Epidermis und den Markstrahlen, wo er die Intensität 3—5 erreicht. Dasselbe Verhältnis herrscht im Fruchtknoten. Hier enthält auch die Epidermis der Samenanlagen Gerbstoff (4—6). Die beiden Epidermen des Kelchblattes enthalten gleichviel 1—2, ebenso die Collenchymschicht, das Holz- und Siebparenchym des Mittelnerves dagegen 5—6. Die Blütenblätter (Abb. bei A. Meyer II. 338) enthalten nur in den zu Papillen ausgewachsenen Epidermiszellen Gerbstoff (Tropfenform). Die Epidermis des Griffels solchen von der Intensität 6—7.

Flores Sambuci.

Anatomie der Blüte bei A. Meyer II. 288.

Die Epidermis des Blütenstieles enthält Gerbstoff 1—2, die des Kelch- und Blütenblattes etwas mehr (2—3). Ebenso

die Drüsenhaare des Kelchblattes, die Epidermis des Fruchtknotens, des Filamentes und der Anthere. Das Grund- und Stranggewebe des Blütenstieles und der Blütenteile ist frei.

Flores Tiliae.

Berg, S. 326; Karsten, S. 166.

Der Blütenstiel (A. Meyer II. 282, Abb.) enthält in der Epidermis Gerbstoff 3—5, ebenso die darauf folgenden collenchymatisch verdickten Parenchymzellen. Die Gefässbündelscheide enthält solchen von der Intensität 1—3. Am meisten enthalten die Markstrahlen des Holzteiles (6—8). Die dem Holzteil nach innen anliegende Parenchymschicht des Markes 1—3. Das Hochblatt enthält in beiden Epidermen Gerbstoff von gleicher Intensität 3—6. Das Mesophyll ist frei, der Mittelnerv verhält sich wie der Stiel. Im Blütenblatt konnte nur in der Epidermis eine geringe Gelbfärbung des Zellinhaltes hervorgerufen werden. Die Epidermis des Kelchblattes enthält Gerbstoff 3—6. Der Mittelnerv verhält sich auch hier wie der Stiel. Die Epidermis der Anthere, des Staubfadens und des Griffels enthält ihn von der Intensität 3—6. Das Leitgewebe des Griffels scheint minimale Mengen zu enthalten. Der Fruchtknoten und die Haarbildungen sind frei, ersterer enthält aber grosse Mengen Oxalatdrusen.

Flores Verbasci.

A. Meyer, II. 340.

Im Blütenstiel zeigt die Epidermis geringe Mengen in Form von Tropfen. Ebenso verhalten sich die Epidermis und Mesophyllzellen des Kelches. Das Blumenblatt ist frei. Anthere, Staubblatt und Griffel scheinen in der Epidermis Spuren zu enthalten. Die Fruchtknotenwand enthält Niederschlag in Form von Tropfen in der äusseren und inneren Epidermis, ebenso die Samenanlage. Letztere auch im parenchymatischen Gewebe.

Lebenslauf.

Ich, Gustav Ellrodt, wurde geboren am 2. Januar 1876 in Schweinfurt als Sohn des Kaufmanns Theodor Ellrodt und seiner Ehefrau Maria, geb. Grobe. Meine Konfession ist die evangelische. Nachdem ich in Schweinfurt die Volksschule, Lateinschule und das humanistische Gymnasium besucht hatte, widmete ich mich der pharmazeutischen Laufbahn. Im Wintersemester 1899/1900 wurde ich an der kgl. Universität München immatrikuliert und siedelte im Sommersemester 1900 an die kgl. Universität Würzburg über.

Nach bestandenem Approbationsexamen im Anfang des Sommersemesters 1901 setzte ich im Wintersemester 1901/1902 das Studium der Botanik fort und war bis Ende des Wintersemesters 1902/1903 im botanischen Institut tätig, woselbst ich auch unter Herrn Prof. Dr. Kraus meine Dissertation arbeitete. Während meiner Studien besuchte ich Vorlesungen bezw. Laboratorien der Herren Professoren: Dr. von Baeyer, Dr. Goebel, Dr. Grätz, Dr. Hantszch, Dr. Kraus, Dr. Medicus, Dr. Wien, Dr. Wislicenus, sowie des Herrn Dozenten Dr. Dieudonné.

Auch an dieser Stelle will ich nicht versäumen, allen meinen verehrten Lehrern für das mir stets bewiesene Wohlwollen meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.